

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-212452

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 9 C 1/00

識別記号

6 1 0

F I

G 0 9 C 1/00

6 1 0 Z

審査請求 有 請求項の数 8 F D (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平10-29132

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月27日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 角尾 幸保

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

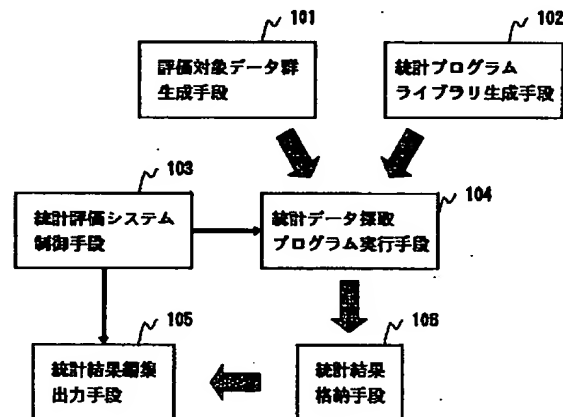
(74) 代理人 弁理士 境 廣巳

(54) 【発明の名称】 暗号強度評価支援装置及びプログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 暗号化変換の挙動をきめ細かく容易に把握できる暗号強度評価支援装置を提供する。

【解決手段】 評価対象データ群生成手段101は評価対象プログラムや評価条件等を含む評価対象データ群を生成する。統計プログラムライブラリ生成手段102は各種の統計プログラムのライブラリを生成する。統計データ採取プログラム実行手段104は、評価対象データ群及び統計プログラムを入力し、評価対象となる暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求めるプログラムを生成して実行し、統計的に求めたデータを統計結果格納手段106に格納する。統計結果編集出力手段105は、統計結果格納手段106に格納されたビットごとの相関関係を表形式または2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 評価対象となる暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求める統計データ採取プログラム実行手段と、

前記統計データ採取プログラム実行手段により求められたビットごとの相関関係を格納する統計結果格納手段と、

前記統計結果格納手段に格納されたビットごとの相関関係を表形式または2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力する統計結果編集出力手段とを備えることを特徴とする暗号強度評価支援装置。

【請求項2】 評価対象となる暗号プログラムを作成するための評価対象プログラム作成手段を備え、前記統計データ採取プログラム実行手段は前記評価対象プログラム作成手段で作成された評価対象プログラムの入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求めることを特徴とする請求項1記載の暗号強度評価支援装置。

【請求項3】 所定の評価項目ごとにその評価項目の評価に必要なデータを計算する統計プログラムを保持する統計プログラムライブラリと、

評価対象となる暗号プログラムを作成するための評価対象プログラム作成手段、評価条件を設定するための評価条件設定手段および前記評価対象プログラム作成手段で作成された評価対象プログラムと前記統計プログラムとのインタフェースを設定するインタフェース関数設定手段を有し、前記作成された評価対象プログラム、前記設定された評価条件およびインタフェースから構成される評価対象データ群を保持する評価対象データ群生成手段とを備え、

前記統計データ採取プログラム実行手段は、前記評価対象データ群と前記統計プログラムライブラリ中の統計プログラムとから評価対象プログラムの入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求める統計データ採取プログラムを生成する統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段を含むことを特徴とする請求項1記載の暗号強度評価支援装置。

【請求項4】 加算、減算、論理演算等の基本機能をライブラリ化してある基本機能ライブラリと、該基本機能ライブラリの基本機能を使って統計プログラムライブラリに新規に追加すべき統計プログラムを作成するための統計プログラムライブラリ生成手段とを備えることを特徴とする請求項3記載の暗号強度評価支援装置。

【請求項5】 前記統計データ採取プログラム実行手段は、複数の評価項目についての統計データを順次に収集する構成を有することを特徴とする請求項1、2、3または4記載の暗号強度評価支援装置。

【請求項6】 前記統計データ採取プログラム実行手段は、利用者からの指示に従って現在処理中の評価項目の処理を中断して次の評価項目を処理する機能を備えるこ

とを特徴とする請求項5記載の暗号強度評価支援装置。

【請求項7】 前記統計データ採取プログラム実行手段は、利用者からの指示に従って中断した評価項目の処理を再開する機能を備えることを特徴とする請求項6記載の暗号強度評価支援装置。

【請求項8】 コンピュータを、

評価対象となる暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求める統計データ採取プログラム実行手段、

前記統計データ採取プログラム実行手段により求められたビットごとの相関関係を格納する統計結果格納手段、前記統計結果格納手段に格納されたビットごとの相関関係を表形式または2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力する統計結果編集出力手段、として機能させるプログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、統計的な手法を用いて暗号装置の暗号強度を評価するのに好適な暗号強度評価支援装置に関する。

【0002】

【従来の技術】暗号アルゴリズムの強度を評価する従来の技術は、特定の解読法に基づくものと統計的手法に基づくものとに大別される。

【0003】特定の解読法に基づく暗号強度評価の例には、特開平8-190344号公報記載の「暗号アルゴリズムの強度評価方法及び強度評価装置」及びそれに類似する特開平9-160489号公報記載の「暗号性能評価装置」がある。これらは、いずれもブロック暗号に対する線形解読法に対する強度をもって暗号アルゴリズムの強度とするものである。即ち、前者は強度評価を行う暗号アルゴリズムから構成し得る最大の偏差率をもつ線形近似式を探索し、この結果から暗号アルゴリズムの線形解読法に対する強度を定量的に評価しようとしており、後者は線形解読法における線形相関の検出効率をあげて評価の性能を向上させようとするものである。なお、線形解読法の詳細は、松井充「DES暗号の線形解読法(1)」、SCIS93-3C、(Jan, 1993)に記載されている。

【0004】他方、統計的な手法に基づく従来の暗号強度評価は、例えば「暗号と情報セキュリティ」(1990年3月29日、昭晃堂発行)の「2.5 暗号文ランダム性評価指標」(p.49~p.56)に記載されるように、入出力データ間の相関の最大値、平均値、分散などの数値によって暗号強度を評価しようとするものである。また、同文献には、複数の暗号アルゴリズムの強度の優劣を前記数値の比較によって判定する点も記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】特定の解読法に基づく暗号強度評価では、線形解読法という特定の解読法に依存するため、その解読法が適用可能でない暗号アルゴリズムに対する強度評価は原理的に不可能であり、汎用性に乏しい。これに対して統計的な手法によって暗号強度を評価する手法は、特定の解読法に依存しない為、より汎用性が高いと言える。

【0006】しかしながら、統計的な手法による従来の暗号強度評価技術は、入出力データ間の相関の最大値、平均値、分散などの数値で評価している。これらの数値は多数の標本値の代表値であるため、暗号化変換の挙動をきめ細かく把握することができず、場合によっては評価を誤る危険性がある。

【0007】そこで本発明の目的は、特定の解読法に依存しないで暗号強度の評価が行え、然も暗号化変換の挙動をきめ細かく把握できる暗号強度評価支援装置を提供することにある。

【0008】また本発明の別の目的は、暗号化変換の挙動を容易に把握することができる暗号強度評価支援装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するために、評価対象となる暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求める統計データ採取プログラム実行手段(図1の104)と、前記統計データ採取プログラム実行手段により求められたビットごとの相関関係を格納する統計結果格納手段(図1の106)と、前記統計結果格納手段に格納されたビットごとの相関関係を表形式または2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力する統計結果編集出力手段(図1の105)とを備えている。

【0010】このように構成された暗号強度評価支援装置にあっては、統計データ採取プログラム実行手段が、評価対象となる暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求めて統計結果格納手段に格納し、統計結果編集出力手段が、統計結果格納手段に格納されたビットごとの相関関係を表形式または2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力することにより、特定の解読法に依存しないで暗号強度の評価が行えるようにすると共に、暗号化変換の挙動をきめ細かく容易に把握できるようにする。

【0011】また本発明は、評価対象となる暗号プログラムを作成するための評価対象プログラム作成手段(図2の201)を備え、前記統計データ採取プログラム実行手段は前記評価対象プログラム作成手段で作成された評価対象プログラムの入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求めることを特徴とする。これによって、暗号アルゴリズムの設計と評価が同一の装置で実施でき、開発の効率が向上する。

【0012】また本発明は、所定の評価項目ごとにその

評価項目の評価に必要なデータを計算する統計プログラムを保持する統計プログラムライブラリ(図3の303)と、評価対象となる暗号プログラムを作成するための評価対象プログラム作成手段(図2の201)、評価条件を設定するための評価条件設定手段(図2の203)および前記評価対象プログラム作成手段で作成された評価対象プログラムと前記統計プログラムとのインタフェースを設定するインタフェース関数設定手段(図2の202)を有し、前記作成された評価対象プログラム、前記設定された評価条件およびインタフェースから構成される評価対象データ群を保持する評価対象データ群生成手段(図1の101)とを備え、前記統計データ採取プログラム実行手段は、前記評価対象データ群と前記統計プログラムライブラリ中の統計プログラムとから評価対象プログラムの入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求める統計データ採取プログラムを生成する統計データ採取プログラム生成・起動(再開)手段(図4の405)を含むことを特徴とする。これによって、暗号アルゴリズムの設計と予め統計プログラムライブラリに保持された統計プログラムを利用した評価とを同一の装置で実施でき、開発の効率が向上する。

【0013】また本発明は、加算、減算、論理演算等の基本機能をライブラリ化してある基本機能ライブラリ(図3の302)と、該基本機能ライブラリの基本機能を使って統計プログラムライブラリに新規に追加すべき統計プログラムを作成するための統計プログラムライブラリ生成手段(図3の301)とを備えることを特徴とする。これによって、利用者は任意の統計プログラムを自由に作成でき、それを用いた評価が行える。

【0014】また本発明は、前記統計データ採取プログラム実行手段が、複数の評価項目についての統計データを順次に収集する構成を有する。これによって、複数の評価項目を一括して評価することができる。

【0015】また本発明は、前記統計データ採取プログラム実行手段が、利用者からの指示に従って現在処理中の評価項目の処理を中断して次の評価項目を処理する機能や、利用者からの指示に従って中断した評価項目の処理を再開する機能を備えることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態の例について図面を参照して詳細に説明する。

【0017】図1を参照すると、本発明の暗号強度評価支援装置の実施の形態は、評価対象データ群生成手段101と、統計プログラムライブラリ生成手段102と、統計評価システム制御手段103と、統計データ採取プログラム実行手段104と、統計結果編集出力手段105と、統計結果格納手段106とを有する。

【0018】統計プログラムライブラリ生成手段102は、所定の評価項目ごとに、その評価項目の評価に必要なデータを計算する統計プログラムをライブラリ化して

ある統計プログラムライブラリを有している。また、評価担当者自身が任意の統計プログラムを作成できるような支援機能を有している。ここで、統計評価項目としては、例えばビットバランス、出力ビット間関連、入出力ビット間関連、アバランシュなどがある（各項目の詳細については後述する）。

【0019】評価対象データ群生成手段101は、暗号強度を評価しようとする評価対象プログラムと、その評価条件と、評価対象プログラムと統計プログラムとのインタフェースとを含む評価対象データ群を有している。また、評価担当者自身が評価対象の暗号アルゴリズムや評価条件などを任意に作成できるような支援機能を有している。

【0020】統計データ採取プログラム実行手段104は、評価対象データ群生成手段101から評価対象データ群を入力すると共に、その評価項目の評価に必要なデータを計算する統計プログラムを統計プログラムライブラリ生成手段102の統計プログラムライブラリから入力し、これらから、評価対象となる暗号アルゴリズムの入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求める統計データ採取プログラムを生成し、実行する機能を有している。

【0021】統計結果格納手段106は、統計データ採取プログラム実行手段104で採取された暗号アルゴリズムの入出力データのビットごとの相関関係の統計結果を格納する手段である。

【0022】統計結果編集出力手段105は、統計結果格納手段106に格納されたビットごとの相関関係を表形式または2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力する手段である。

【0023】統計評価システム制御手段103は、評価担当者からの各種の指示を受け、その指示内容に従って統計データ採取プログラム実行手段104および統計結果編集出力手段105の実行を制御する手段である。

【0024】以上のように構成された本実施の形態の暗号強度評価支援装置にあっては、評価担当者が、統計プログラムライブラリ生成手段102中に統計プログラムライブラリを準備すると共に、評価対象データ群生成手段101中に、評価対象とするプログラム、どのような評価項目の評価を行うか等の評価条件、及び評価対象プログラムと必要な統計プログラムとのインタフェースとを記述した評価対象データ群を用意した後、統計データの採取を指示すると、統計評価システム制御手段103からの指示に従って統計データ採取プログラム実行手段104が、評価対象データ群と統計プログラムライブラリとに基づいて統計データ採取プログラムを生成して実行することにより、評価対象となる暗号アルゴリズムの入出力データのビットごとの相関関係を統計的に求めて統計結果格納手段106に格納する。そして、評価担当者が統計結果の編集出力を指示すると、統計評価シス

テム制御手段103からの指示に従って統計結果編集出力手段105が、統計結果格納手段106に格納された統計結果を表形式または2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力する。これにより、評価担当者は評価対象となる暗号アルゴリズムの暗号化変換の挙動をきめ細かく且つ容易に把握することができる。

【0025】以下、本実施の形態の暗号強度評価支援装置における各部の構成例とその動作について詳細に説明する。

10 【0026】図2は評価対象データ群生成手段101の構成例を示すブロック図、図3は統計プログラムライブラリ生成手段102の構成例を示すブロック図である。

20 【0027】まず図3を参照すると、統計プログラムライブラリ生成手段102の一例は、加算、減算、論理演算、平均計算などの基本的な演算機能を基本機能としてライブラリ化してある基本機能ライブラリ302と、この基本機能ライブラリ302に用意された基本機能を使って統計プログラムを作成する環境を評価担当者に提供する統計プログラムライブラリ生成手段301と、この統計プログラムライブラリ生成手段301で生成された統計プログラムを格納する統計プログラムライブラリ303とで構成されている。

30 【0028】ここで、統計プログラムとは、評価対象となる暗号アルゴリズムの入力となる平文及び鍵を評価データとして生成し、この評価データを評価対象の暗号アルゴリズムに入力したときに得られる出力の暗号文や前記評価データから統計データを計算する処理を実行するプログラムであり、各評価項目ごとに用意される。以下、幾つかの代表的な評価項目について、評価項目の内容とそれに必要な統計プログラムの機能を説明する。なお、評価対象アルゴリズムをF、平文をM、鍵をK、評価対象アルゴリズムの出力をF(M, K)、入力のビット幅をn、出力のビット幅をmとする。

【0029】○アバランシュ性評価；アバランシュ性評価とは、入力データに1ビットの変化を与えたとき、出力ビットにどれだけ波及するかを評価するもので、例えば次の手順で評価する。

(1) Mを乱数で生成する。

(2) F(M, K)を求める。

40 (3) Mの第iビットを1ビット反転したデータMiを作成する。

(4) F(Mi, K)を求める。

(5) F(M, K) xor F(Mi, K)の第jビットが0ならば-1を、1ならば1を、n行m列の二次元配列Aの要素Aijに加算する(xor；排他的論理和)

(6) 多数のM, Kについて(1)～(5)を繰り返す。これにより、Aの各要素には、特定の入力ビットを反転した場合の、特定の出力ビットの「反転回数-非反転回数」が格納され、それがアバランシュデータとなる。

アバランシュ性評価用の統計プログラムでは、上記の手順のうち、多数のM、Kを乱数で生成する処理、Mの1ビットを反転した $M_i$ を作成する処理、 $F(M, K) \oplus F(M_i, K)$ の結果に基づきAを更新する処理を担い、 $F(M, K)$ や $F(M_i, K)$ を求める処理は評価対象プログラムが担う。なお、統計プログラムで生成された評価データの評価対象プログラムへの引き渡しや、評価対象プログラムで生成されたデータの統計プログラムへの引き渡しなどは、評価対象データ群中の評価対象プログラムと統計プログラムとのインタフェースに従って行われる。これは以下の評価項目でも同じである。

#### 【0030】○入出力ビット間関連性評価

入出力ビット間関連性評価とは、入力データの各ビットと出力データの各ビットとの関連性を評価するものであり、例えば次の手順で評価する。

- (1) Mを乱数で生成する。
- (2)  $F(M, K)$ を求める。
- (3) Mの各ビットi毎に、 $F(M, K)$ の各ビットjとの排他的論理和をとり、0ならば-1を、1ならば1を、n行m列の二次元配列Aの要素 $A_{ij}$ に加算する。
- (4) 多数のM、Kについて(1)～(3)を繰り返す。これにより、Aの各要素には、特定の入力ビットと特定の出力ビットとの「不一致回数—一致回数」が格納され、それが入出力ビット間関連性データとなる。

入出力ビット間関連性評価用の統計プログラムでは、上記の手順のうち、多数のM、Kを乱数で生成する処理、Mの各ビット毎に $F(M, K)$ の各ビットと排他的論理和をとってAを更新する処理を担い、 $F(M, K)$ を求める処理は評価対象プログラムが担う。

#### 【0031】○出力ビット間関連性評価

出力ビット間関連性評価とは、出力データの各ビット間の関連性を評価するものであり、例えば次の手順で評価する。

- (1) Mを乱数で生成する。
- (2)  $F(M, K)$ を求める。
- (3)  $F(M, K)$ の各ビットi毎に、 $F(M, K)$ の他のビットjとの排他的論理和をとり、0ならば-1を、1ならば1を、m行m列の二次元配列Aの要素 $A_{ij}$ に加算する。
- (4) 多数のM、Kについて(1)～(3)を繰り返す。これにより、Aの各要素には、特定の出力ビットと特定の出力ビットとの「不一致回数—一致回数」が格納され、それが出力ビット間関連性データとなる。

出力ビット間関連性評価用の統計プログラムでは、上記の手順のうち、多数のM、Kを乱数で生成する処理、 $F(M, K)$ の各ビット毎に $F(M, K)$ の他のビットjとの排他的論理和をとってAを更新する処理を担い、 $F(M, K)$ を求める処理は評価対象プログラムが担う。

#### 【0032】○ビットバランス性評価

ビットバランス性評価とは、出力データの各ビットごと

の1、0の出現頻度を評価するものであり、例えば次の手順で評価する。

- (1) Mを乱数で生成する。
- (2)  $F(M, K)$ を求める。
- (3)  $F(M, K)$ の各ビットi毎に、0ならば-1を、1ならば1を、m行の一次元配列Bの要素 $B_i$ に加算する。
- (4) 多数のM、Kについて(1)～(3)を繰り返す。これにより、Bの各要素には、特定の出力ビットの「1出現数—0出現数」が格納され、それがビットバランスデータとなる。

ビットバランス性評価用の統計プログラムでは、上記の手順のうち、多数のM、Kを乱数で生成する処理、 $F(M, K)$ の各ビット毎の値によりBを更新する処理を担い、 $F(M, K)$ を求める処理は評価対象プログラムが担う。

【0033】以上のような種々の統計プログラムの作成を支援する統計プログラムライブラリ生成手段301は、基本機能ライブラリ302を含めて、例えばMicrosoft Visual C++ 4.2で実現することができる。統計プログラムライブラリ303中に適当な統計プログラムが存在しない場合、評価担当者は、統計プログラムライブラリ生成手段301が提供する環境の下で、基本機能ライブラリ302中の加算、減算、論理演算、平均計算等の基本的な演算機能を使って所望の統計プログラムを作成し、統計プログラムライブラリ303に追加しておくことが可能である。

【0034】次に図2を参照すると、評価対象データ群生成手段101の一例は、評価対象プログラム作成手段201と、インタフェース関数設定手段202と、評価条件設定手段203と、評価対象データ群204とを有している。

【0035】評価対象プログラム作成手段201は、評価対象プログラムを作成する環境を提供する手段である。

【0036】評価条件設定手段203は、評価対象プログラムに対してどのような評価項目の評価を行うか、鍵やデータの幅を幾らにするか等の評価条件を設定する環境を提供する手段である。

【0037】インタフェース関数設定手段202は、評価対象プログラムと統計プログラムとのインタフェースを設定する環境を、評価担当者に提供する手段である。前述の評価項目の説明箇所でも触れたように、評価対象プログラムについて評価する場合、統計プログラムを使用するが、評価対象プログラムと統計プログラムとは別個に作成されるため、両者間のデータ引き渡しなどのインタフェースを定めておく必要がある。インタフェース関数設定手段202はそのようなインタフェースを提供する手段である。

【0038】以上の評価対象プログラム作成手段20

1. インタフェース関数設定手段202および評価条件設定手段203は、例えばMicrosoft Visual C++ 4.2で実現することができる。

【0039】評価対象データ群204は、評価対象プログラム作成手段201で作成された評価対象プログラムと、インタフェース関数設定手段202で設定されたインタフェースと、評価条件設定手段203で設定された評価条件とを合わせたものであり、統計データ採取プログラム実行手段104の入力となる。

【0040】このように図2の評価対象データ群生成手段101にあっては、暗号強度評価支援装置自体に評価対象プログラム作成手段201を持たせているため、暗号プログラムの設計→評価→修正→再評価といった一連の作業を効率良く実施することができる。また、インタフェース関数設定手段202および評価条件設定手段203を有するため、作成した評価対象プログラムに対して任意の評価項目の評価が可能である。

【0041】図4は統計データ採取プログラム実行手段104の構成例を示すブロック図、図5は統計結果編集出力手段105の構成例を示すブロック図、図6は統計評価システム制御手段103の動作例を示すフローチャート、図7乃至図10は統計データ採取プログラム実行手段104中の各手段の動作例を示すフローチャートである。以下、これらの図を参照して残りの構成要素について説明する。

【0042】まず図6を参照すると、統計評価システム制御手段103は、動作を開始すると（ステップ601）、操作員の入力監視を行う（ステップ602）。この操作員の入力監視により検出される入力信号は、以降で説明する制御の指示ができるならば、どのような入力形態でもかまわない。例えば、操作員のキーボード入力でも良いし、新規に準備した操作パネルからの入力でも良いし、何らかの制御プログラムからの制御信号の通知でも良い。

【0043】ステップ602で、操作員からの入力が出された場合、その入力による制御の指示内容を判定する（ステップ603、605、607）。操作員から入力される制御の指示は、統計データ採取に関連する指示と、統計結果の編集出力に関連する指示と、統計評価システム制御手段103自身の終了指示とに大別される。また、操作員から入力される統計データ採取に関連する指示には、採取の開始（再開）指示と採取の中断指示とがある。

【0044】制御指示が統計データ採取に関連する指示であるときは（ステップ603でYES）、統計データ採取プログラム実行手段104に制御データを通知し（ステップ604）、操作員の入力監視ステップ602に戻る。このとき、操作員から入力される統計データ採取に関連する指示が、採取の開始（再開）指示のときにはデータ採取開始の指示を示す制御データを、また、採

取の中断指示のときはデータ採取終了の指示を示す制御データを、それぞれ統計データ採取プログラム実行手段104に通知する。

【0045】制御指示が統計結果の編集出力に関連する指示であるときは（ステップ605でYES）、統計結果編集出力手段105に制御データを通知し（ステップ606）、操作員の入力監視ステップ602に戻る。

【0046】制御指示が統計評価システム制御手段103自身の終了指示であるときは（ステップ607でYES）、プログラム動作の終了の指示を示す制御データを統計データ採取プログラム実行手段104に通知する等の必要な終了処理を行って自身を終了する（ステップ608）。

【0047】次に図4を参照すると、統計データ採取プログラム実行手段104の一例は、統計データ採取プログラム動作監視手段403と、統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404と、統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段405と、統計データ採取プログラム406とを有している。統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段405は、統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御を受け、統計データ採取プログラム406を生成したり、その起動（再開）処理を実行する手段である。統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404は、統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御を受け、統計データ採取プログラム406を中断したり、その終了処理を実行する手段である。統計データ採取プログラム動作監視手段403は、統計評価システム制御手段103からの制御および統計データ採取プログラム406からの終了通知を受け、統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段405および統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404を制御して、統計データ採取プログラムの実行を制御する手段である。

【0048】図7を参照すると、統計データ採取プログラム動作監視手段403は、動作を開始すると（ステップ701）、ステップ702～708の動作を実行する。まず動作開始後、統計評価システム制御手段103からの制御データ受信待ちを行い（ステップ702）、制御データを検出したら制御の指示内容を判定する（ステップ703、705、707）。統計評価システム制御手段103から送信される制御データには、データ採取開始を指示する制御データ、データ採取終了を指示する制御データ、プログラム動作の終了を指示する制御データがある。

【0049】統計評価システム制御手段103からの制御データがデータ採取開始の指示であるときは（ステップ703でYES）、統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段405に制御データを通知し（ステップ704）、統計評価システム制御手段103からの制

御データ受信待ちステップ702に戻る。ステップ704では、統計データ採取プログラム406が未生成のときは、統計データ採取プログラムの生成指示を示す制御データを出し、統計データ採取プログラム406が生成済のときは、統計データ採取プログラムの起動指示を示す制御データを出す。

【0050】統計評価システム制御手段103からの制御データがデータ採取終了の指示であるときは（ステップ705でYES）、統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404に対して統計データ採取プログラム406の中断を指示する制御データを出し（ステップ706）、統計評価システム制御手段103からの制御データ受信待ちステップ702に戻る。

【0051】統計評価システム制御手段103からの制御データがプログラム動作の終了指示であるときは（ステップ707でYES）、統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段405及び統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404に対してプログラム動作の終了を指示する制御データを通知する等の終了処理を実施した後、統計データ採取プログラム406からの終了通知を待つて自身を終了する（ステップ708）。

【0052】図8を参照すると、統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段405は、動作を開始すると（ステップ801）、ステップ802～808の動作を実行する。まず動作開始後、統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データ受信待ちを行い（ステップ802）、制御データを検出したら制御の指示内容を判定する（ステップ803、805、807）。統計データ採取プログラム動作監視手段403から送信される制御データには、統計データ採取プログラム406の生成を指示する制御データ、そのプログラム406の起動（再開）を指示する制御データ、プログラム動作の終了を指示する制御データがある。

【0053】統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データが統計データ採取プログラム406の生成を指示するときは（ステップ803でYES）、評価対象データ群生成手段101中の評価対象データ群204および統計プログラムライブラリ生成手段102の統計プログラムライブラリ303中の必要な統計プログラムに基づいて統計データ採取プログラム406を生成する（ステップ804）。そして、生成した統計データ採取プログラム406を起動し（ステップ806）、統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データ受信待ちステップ802に戻る。

【0054】統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データがプログラム起動（再開）指示であるときは（ステップ805でYES）、統計データ採取プログラム406を起動または再開し（ステップ806）、統計データ採取プログラム動作監視手段403か

らの制御データ受信待ちステップ802に戻る。

【0055】統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データがプログラム動作の終了指示であるときは（ステップ807でYES）、必要な終了処理を行って自身を終了する（ステップ808）。

【0056】図9を参照すると、統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404は、動作を開始すると（ステップ901）、ステップ902～908の動作を実行する。まず動作開始後、統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データ受信待ちを行い（ステップ902）、制御データを検出したら制御の指示内容を判定する（ステップ903、905）。統計データ採取プログラム動作監視手段403から送信される制御データには、統計データ採取プログラム406の中断を指示する制御データ、プログラム動作の終了を指示する制御データがある。

【0057】統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データが統計データ採取プログラム406の中断を指示するときは（ステップ903でYES）、統計データ採取プログラム406がそれまでに採取し内部メモリに保持していたデータを統計結果格納手段106に格納できる中間データの形式に編集して統計結果格納手段106に格納すると共に、必要に応じて各種のメッセージ等を操作員へ表示する処理を行い（ステップ904）、統計データ採取プログラム406に対して中断指示を示す制御データを通知する（ステップ907）。そして、統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データ受信待ちステップ902に戻る。

【0058】統計データ採取プログラム動作監視手段403からの制御データがプログラム動作の終了指示であるときは（ステップ905でYES）、統計データ採取プログラム406にプログラム終了指示を示す制御データを通知する等の処理を行い（ステップ906）、その後、自身を終了する（ステップ908）。

【0059】図10を参照すると統計データ採取プログラム406は、統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段405によって生成された後に起動されることにより動作を開始し（ステップA01）、ステップA02～A09の処理を実行する。

【0060】まず起動後、制御データ受信検出を行う（ステップA02）。このステップA02で、所定時間内に統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404からのプログラム中断指示や終了指示を検出したら（ステップA03、A05）、それぞれステップA04、A06へ進むが、統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段405からの起動（再開）を指示する制御データを検出するか、或いは何も検出しな場合は、ステップA07へ進む。

【0061】ステップA07においては、評価データを

10

20

30

40

50



生成する。そして、その評価データを用いて評価対象プログラムの実行を行い（ステップA08）、統計データを収集して一旦内部メモリに格納すると共に所定の時期に統計結果格納手段106に格納する（ステップA09）。ここで、評価データの生成、統計データの収集と格納は、統計データ採取プログラムの一部として組み込まれた統計プログラムが担い、統計プログラムで生成された評価データが統計データ採取プログラムの一部として組み込まれた評価対象プログラムに引き渡されて出力データが生成され、この出力データと評価データとから統計プログラムが統計データを計算する。また、評価項目が複数設定されている場合、ステップA07～A09による統計データの採取は評価条件で指定された評価項目順に行われる。さらに各評価項目においては、所定量の統計データを採取し終える毎に、制御データ受信検出ステップA02に一旦戻り、このステップA02において所定時間内に制御データが検出されない場合に残りの統計データの採取を続行すべくステップA07～A09を実行する。

【0062】ステップA02において統計データ採取プログラムの中断指示の制御データを検出したときは（ステップA03でYES）、それまでステップA07～A09で処理してきた評価項目について次の再開に必要なプログラム再開用の情報を統計結果格納手段106に格納できる中間データの形式に編集して格納し（ステップA04）、制御データ受信検出ステップA02に戻り、このステップA02において所定時間内に制御データが検出されない場合、未だ中断していない評価項目があれば次の評価項目に対しステップA07～A09を実行する。全ての評価項目が中断していれば、ステップA02でプログラム動作の再開を指示する制御データを待ち続け、再開指示を検出したらステップA07に進んで最も過去に中断した評価項目についての処理を、その中断時点から再開する。

【0063】ステップA02において終了指示を検出したときは（ステップA05でYES）、統計データ採取プログラム動作監視手段403に終了通知を出す等の必要な終了処理を行って自身を終了する（ステップA06）。

【0064】図5を参照すると、統計結果編集出力手段105の一例は、数値処理手段503と、表形式数値データ編集出力手段505と、多次元グラフ編集出力手段506とを有している。

【0065】表形式数値データ編集出力手段505は、統計結果格納手段106に格納された統計データ、つまり、評価対象となる暗号プログラムの入出力データのビットごとの相関関係を示す統計データを、表形式に編集して表示装置やプリンタ等に出力する手段である。

【0066】多次元グラフ編集出力手段506は、統計結果格納手段106に格納された統計データを2次元若

しくは3次元のグラフ形式に編集して表示装置やプリンタ等に出力する手段である。

【0067】数値処理手段503は、統計評価システム制御手段103からの制御データに従って表形式数値データ編集出力手段505および多次元グラフ編集出力手段506を制御すると共に、統計結果格納手段106に格納された統計データに対して数値処理を施し、平均、最大、最小、分散、標準偏差等の基本統計量を求める手段である。なお、求められた基本統計量も表などと一緒に出力される。

【0068】次に本実施の形態の暗号強度評価支援装置の動作を、暗号プログラムなどの具体例を挙げて詳細に説明する。なお、動作説明は以下の順に行う。

#### (1) 前準備

(a) 統計プログラムライブラリの準備

(b) 評価対象データ群の準備

#### (2) 統計データの採取

(a) 統計データ採取プログラムの生成と起動

(b) 統計データ採取プログラムの中断

(c) 統計データ採取プログラムの再開

(3) 統計データの出力

(4) 終了

#### 【0069】(1) 前準備

暗号強度の評価を行う場合には、評価対象プログラム等を含む評価対象データ群204及び必要な統計プログラムを含む統計プログラムライブラリ303を事前に準備しておく必要がある。これらが既に準備されているときは、この段階は省くことができる。

#### 【0070】(a) 統計プログラムライブラリの準備

統計プログラムライブラリ303中に必要な統計プログラムが存在しない場合、評価担当者は、統計プログラムライブラリ生成手段301を起動し、それが提供する環境の下で、基本機能ライブラリ302中の加算、減算、論理演算、平均計算等の基本的な演算機能を使って所望の統計プログラムを作成し、統計プログラムライブラリ303に追加する。以下の説明では、統計プログラムとして、ビットバランス用、出力ビット間関連用、入出力ビット間関連用、アバランシュ用の各統計プログラムが作成され、統計プログラムライブラリ303に格納されているものとする。

#### 【0071】(b) 評価対象データ群の準備

評価対象プログラムは評価対象プログラム作成手段201を使用して作成し、評価対象プログラムと統計プログラムとのインタフェースはインタフェース関数設定手段202を使用して設定し、評価条件は評価条件設定手段203を使用して設定する。

【0072】図11にMicrosoft Visual C++ 4.2を使って作成した評価対象プログラムの一例を示す。この例の評価対象プログラムでは、平文(text)に鍵(master key)を排他的論理和し



たものを暗号文(cipher)とする暗号アルゴリズムの記述例になっている。

【0073】図12にMicrosoft Visual C++ 4.2を使って作成した評価条件の一例を示す。この例では、共通外部関数の宣言の形式で、採取する評価項目としてアバランシュ、ビットバランス、入出力ビット間関連、出力ビット間関連の4項目を指定している。また、統計プログラムが鍵およびデータを引き渡す領域も共通外部関数の宣言の形式で指定している。次に、外部変数宣言の形式で、鍵用乱数シード、入力データ用乱数シード、鍵のビット長、入力データブロックのビット長、出力データブロックのビット長、入力データ何回毎に鍵を変更するかを示す鍵変更回数、1つの鍵につき入力データを何回変更するかを示すデータ変更回数、何回計算することにキーボードの入力監視を行うかを示すキーボード入力監視間隔、何回計算することに計算結果を統計結果格納手段106にセーブするかを示す自動保存間隔を指定している。更に、外部関数宣言の形式で、評価対象プログラムを指定している。

【0074】図13にMicrosoft Visual C++ 4.2を使って作成した、評価対象プログラムと統計プログラムとのインタフェース関数の設定例を示す。この例では、統計評価用メイン関数としてavalanche(); iorelation(); relation(); balance();の合計4つが記述されている。これらはどれも統計プログラムであり、その実体は統計プログラムライブラリ303中にある。各統計評価用メイン関数はその記述順に実行される。各統計評価用メイン関数は、図12中の外部変数宣言で指定された鍵用乱数シード、入力データ用乱数シードを使って鍵および入力データを発生し、図12中の共通外部関数で指定された鍵およびデータの引き渡し領域に設定する。発生する鍵および入力データのビット長は、図12中の鍵のビット長、入力データブロックのビット長に従う。また、図12中の鍵変更回数、データ変更回数の指定に従って、発生する鍵および入力データを変更する。

【0075】さらに図13の例では、統計評価関数から鍵を受け取って評価対象プログラムに引き渡す関数や、統計評価関数から入力データを受け取って保存すると共に評価対象プログラムを呼び出して出力データを得る関数や、得られた出力データを保存する関数などが記述されている。統計評価関数はこれら保存された入出力データに基づいて統計データを計算し、最終的に統計結果格納手段106に出力する。

【0076】(2) 統計データの採取

(a) 統計データ採取プログラムの生成と起動

操作員が統計データの採取を指示すると、統計評価システム制御手段103はその指示を認識し(図6のステップ603)、統計データ採取プログラム実行手段104

に対してデータ採取開始を指示する制御データを送出する(ステップ604)。

【0077】統計データ採取プログラム実行手段106の統計データ採取プログラム動作監視手段403は、上記のデータ採取開始を指示する制御データを認識すると(図7のステップ703)、統計データ採取プログラム406が未だ作成されていないので、統計データ採取プログラム生成・起動(再開)手段405に対してプログラム生成を指示する制御データを通知する(ステップ704)。

【0078】統計データ採取プログラム生成・起動(再開)手段405は、上記のプログラム生成を指示する制御データを認識すると(図8のステップ803)、評価対象データ群生成手段101に準備されている評価対象データ群204と統計プログラムライブラリ生成手段102に準備されている統計プログラムライブラリ303中の必要な統計プログラムとを入力し、図10に示したような動作を行う統計データ採取プログラム406を生成する(ステップ804)。この統計データ採取プログラム406の生成時に、図11に例示したような評価対象プログラムと図13に例示したようなインタフェース関数および統計プログラムライブラリ303中の統計プログラムとがリンクされ、1つの実行可能なプログラムが生成される。次に統計データ採取プログラム生成・起動(再開)手段405は、この生成した統計データ採取プログラム406を起動する(ステップ806)。

【0079】生成され起動された統計データ採取プログラム406は、まず最初の評価項目に関して、評価データの生成(ステップA07)、この生成された評価データを入力データとする評価対象プログラムの実行(ステップA08)、評価データ及び評価対象プログラムの出力データに基づく統計データの収集と格納(ステップA09)を行う。図13の例では、統計評価用メイン関数がavalanche(); iorelation(); relation(); balance();の順に記述されているので、アバランシュ性評価データ、入出力ビット間関連性データ、出力ビット間関連性データ、バランス性データの順に、統計データの収集、保存が実行される。

【0080】各評価項目のデータ収集は、図12のキーボード入力監視間隔で指定された回数の計算毎に連続して行われ、指定された回数の計算が終了する毎に制御データ受信検出ステップA02に一旦戻り、所定時間内に中断指示等がなければ、残りの計算を続行する。収集された各評価項目の統計データは、最終的には統計結果格納手段106に各評価項目別に格納される。

【0081】(b) 統計データ採取プログラムの中断  
操作員は統計データの採取中断を指示することで、現在実行中の評価項目についての処理を中断させ、次の評価項目の処理を開始させることができる。

【0082】操作員が採取中断を指示すると、統計評価システム制御手段103はその指示を認識し(図6のステップ603)、統計データ採取プログラム実行手段104に対してデータ採取終了を指示する制御データを通知する(ステップ604)。

【0083】統計データ採取プログラム実行手段106の統計データ採取プログラム動作監視手段403は、上記のデータ採取終了を指示する制御データを認識すると(図7のステップ705)、統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404に対してプログラムの中断を指示する制御データを通知する(ステップ706)。

【0084】統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404は、上記のプログラム中断を指示する制御データを認識すると(図9のステップ903)、統計データ採取プログラム406がそれまでに採取し内部メモリに保持していたデータを統計結果格納手段106に格納できる中間データの形式に編集して統計結果格納手段106に格納すると共に、必要に応じて各種のメッセージ等を操作員へ表示する処理を行い(ステップ904)、統計データ採取プログラム406に対して中断指示を示す制御データを通知する(ステップ907)。

【0085】統計データ採取プログラム406は、上記の中断指示を示す制御データを認識すると(図10のステップA03)、次の再開に必要なプログラム再開用の情報を統計結果格納手段106に格納できる中間データの形式に編集して格納する(ステップA04)。そして、制御データ受信検出ステップA02に戻り、このステップA02において所定時間内に制御データが検出されない場合、次の評価項目についてステップA07~A09を実行する。

【0086】(c) 統計データ採取プログラムの再開  
操作員は全ての評価項目の処理が中断した場合、統計データの採取再開を指示することにより、中断した評価項目の処理をその中断時点から再開させることができる。

【0087】操作員が採取再開を指示すると、統計評価システム制御手段103はその指示を認識し(図6のステップ603)、統計データ採取プログラム実行手段104に対してデータ採取開始を指示する制御データを送出する(ステップ604)。

【0088】統計データ採取プログラム実行手段104の統計データ採取プログラム動作監視手段403は、上記のデータ採取開始を指示する制御データを認識すると(図7のステップ703)、統計データ採取プログラム生成・起動(再開)手段405に対してプログラム起動(再開)を指示する制御データを通知する(ステップ704)。

【0089】統計データ採取プログラム生成・起動(再開)手段405は、上記のプログラム起動(再開)を指示する制御データを認識すると(図8のステップ80

5)、統計データ採取プログラム406に対して起動(再開)を指示する制御データを通知する(ステップ806)。

【0090】統計データ採取プログラム406は、上記の起動(再開)指示を示す制御データを認識すると(図10のステップA05でNO)、中断時点において統計結果格納手段106に格納してあった次の再開に必要なプログラム再開用の情報を用いて動作を続行し、評価データの生成、評価対象プログラムの実行、データ収集・格納を続ける(ステップA07、A08、A09)。このとき再開する評価項目は、最も過去に中断した評価項目である。

【0091】以上のように本実施の形態では、現在実行中の評価項目についての処理を中断して次の評価項目を処理させることができる。1つの評価項目に関する統計データの収集には或る程度の時間がかかるので、この機能は、或る評価項目の処理を中断して次の評価項目を優先的に処理したい場合に便利である。なお、この機能をより実用的なものとするために、現在実行中の評価項目について、現在までの実行回数およびパーセンテージ、実行回数/秒、残り時間と終了時刻の予測値を算出して表示する機能を統計データ採取プログラム実行手段104に持たせるようにしても良い。この機能により、評価担当者は中断して良いか否かの或る程度の目安を得ることができる。

【0092】図14に表示装置にモニタ表示される統計データ採取プログラムの実行状況の一例を示す。この例では、操作指示をキーボード入力とし、起動(再開)指示はencryptコマンドの入力で、中断指示は[ESC]キーの押下で行うものとしている。また、[SPACE]キーを押下すれば、現在実行中の評価項目について、現在までの実行回数およびパーセンテージ、実行回数/秒、残り時間と終了時刻の予測値が表示されるようになっている。例えば図14では、encryptコマンドの入力時、アバランシュ評価の開始メッセージが現在日時と共に表示されている。その後、[SPACE]キーが押下されており、第3、4行目に示されるように、現在実行中のアバランシュ評価項目について、現在までの実行回数(パーセンテージ、実行回数/秒)、残り時間、終了時刻の予測値が表示されている。続いて[ESC]キーが押下されており、アバランシュ評価が中断しその途中結果がセーブされたこと、次に入出力ビット関連評価の処理を開始した旨のメッセージが表示されている。

【0093】(3) 統計データの出力

操作員が編集形式など所定の項目を指定して統計データの編集出力を指示すると、統計評価システム制御手段103はその指示を認識し(図6のステップ605)、統計結果編集出力手段105に対して必要な制御データを通知する(ステップ606)。統計結果編集出力手段1

10

20

30

40

50

05の数値処理手段503は、制御データを受信して解析し、必要な制御を実施する。

【0094】例えば或る評価項目について、基本統計量と採取データの表形式との表示が指示された場合、数値処理手段503は統計結果格納手段106から当該評価項目の統計データを読み出して平均、最大、最小、分散、標準偏差等の基本統計量を求め、この求めた基本統計量と前記読み出した統計データとを表形式数値データ編集出力手段505に通知する。表形式数値データ編集出力手段505は、通知された統計データを所定の表形式に編集し、通知された基本統計量と共に表示装置やプリンタに出力する。表形式としては例えばMicrosoft Excel97を使用することができる。

【0095】図15にMicrosoft Excel97の表形式に編集して出力した表の例を示す。同図において、1501の部分が評価対象となる暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を示す統計データを表にしたもので、アバランシュ性評価データを例にしてある。この表の縦と横に記載されている0, 1, 2, ...は一方が入力データのビット、他方が出力データのビットであり、その交点の数値が特定の入力ビットを反転した場合の特定の出力ビットの「反転回数-非反転回数」である。また、1502の部分は基本統計量を示し、平均、最大、最小、分散、標準偏差、95%信頼区間が出力されている。なお、valueは値、xSDは(値-平均)÷σ、deviationは偏差率、widthは振れ幅である。その他、表には、鍵・入力データの乱数シード、予定していた全データ数、実行された全データ数などが記述されている。

【0096】図15のアバランシュ性評価データの表において、正の大きな数値は当該入力ビットと出力ビットとが高い相関性を持つことを示し、負の大きな数値は当該入力ビットが攪拌に役立っていないことを示し、何れも悪い性質を意味する。このようにデータ攪拌に偏りが発見された場合、そのアルゴリズムは選択差分を用いた攻撃などにより解説される可能性があり、強度的に弱いと言える。他方、絶対値の小さな数値は当該入力ビットの反転時に出力ビットが反転する確率が0.5に近いことを示し、攪拌性能が高いと言える。従って、絶対値の小さな数値の占める割合が多いほど暗号強度は強いと判定できる。従来の統計的な手法では基本統計量から評価しているが、例えば平均値を用いると、正や負の大きな数値が存在しても平均的には0に近くなる場合があり、評価を誤ることがある。また、特定の入力ビットと特定の出力ビットとの相関性を確認することができず、暗号化変換の挙動をきめ細かく把握することはできない。これに対し、表形式表示によれば暗号化変換の挙動をきめ細かく把握でき、正確な評価が行える。さらに、異なる評価対象プログラムについての表を見比べれば、異なる複数の暗号アルゴリズムの相対的な比較が容易に行える。

これは、アバランシュ性評価に限らず入出力ビット間関連などの他の評価項目についても同じである。

【0097】また、本実施の形態では、暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を示す統計データを2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力することもできる。2次元グラフの例としては、折れ線グラフ、等高線グラフなどがあり、3次元グラフの例としては、3D等高線などがある。このようなグラフ形式の指定は、統計評価システム制御手段103が例えば図16に示すような「グラフ描画」ダイアログボックスを表示装置の画面に表示することで、グラフの種類の指定が容易に行える。図16の例では、グラフの種類として、折れ線(系列:行)、折れ線(系列:列)、等高線、3D等高線、3D等高線(反転)の5種類が用意されており、操作員は描画したいグラフを選択し、OKボタンを押すことで、編集するグラフの種類を簡易に指示できるようになっている。

【0098】操作員から指示されたグラフの種類を指示するデータは、統計評価システム制御手段103から統計結果編集出力手段105に通知される。数値処理手段105は、或る評価項目について、編集するグラフの種類が指定されると、統計結果格納手段106から該当する評価項目の統計データを読み出して、グラフの種類を指定して多次元グラフ編集出力手段506に伝達する。

【0099】多次元グラフ編集出力手段506は、指定されたグラフの種類に従って、統計データのグラフを例えばMicrosoft Excel97の新規グラフシートに描画し、同時に表示装置またはプリンタにグラフを出力する。

【0100】図17に各グラフの表示例を示す。(a)が3D等高線、(b)が3D等高線(反転)、(c)が等高線、(d)が折れ線(系列:行)、(e)が折れ線(系列:列)である。

【0101】図17(a)の3D等高線は、入出力データのビットごとの相関関係を「山」、「谷」、「平野」に模して描画したものである。例えばアバランシュ性評価データの場合、X軸に各入力ビットの目盛り、Y軸に各出力ビットの目盛り、Z軸に「反転回数-非反転回数」の目盛りを付け、「反転回数-非反転回数」の値が正方向に大きいほど「山」が高くなるように、負方向に大きいほど「谷」が深くなるように、絶対値が0に近いほど「平野」に近くなるように描画する。従って、高い山は入力と出力が高い相関性を持つことを、深い谷は相関性が極端に少ないことを示し、これらは何れも悪い性質を意味する。他方、平野は入力ビットの反転時に出力ビットが反転する確率が0.5に近いことを示し、良い性質を意味する。このような3D等高線を見れば、評価対象とする暗号アルゴリズム全体の挙動を直観的に素早く、細部まで漏れなく見渡すことが可能である。また、複数の評価対象プログラムの3D等高線を見比べれば、

異なる暗号アルゴリズムの相対的な比較が極めて容易に行える。

【0102】図17(b)の3D等高線(反転)は、同図(a)の3D等高線の山と谷を裏返しにしたものであり、3D等高線では見えにくい谷の様子を観察することができる。図17(c)の等高線は、同図(a)の3D等高線を図の①方向から見たもので、平野は薄く、山は濃く表示されている。図17(d)は同図(a)の3D等高線の任意の断面を同図の③の方向から見たときのグラフ、図17(e)は同じく3D等高線の任意の断面を④の方向から見たときのグラフであり、何れも3D等高線の細部をより詳しく観察する際に役立つ。

【0103】このように本実施の形態では、暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を3D等高線など種々のグラフで表示できるため、暗号変換の細部にわたる挙動をきめ細かく極めて容易に把握することができ、正確な評価が可能となる。

【0104】(4)終了

操作員が終了指示を入力すると、統計評価システム制御手段103はその指示を認識し(図6のステップ607)、統計データ採取プログラム実行手段104に対してプログラム動作の終了を指示する制御データを送出し、自身の動作を終了する(ステップ608)。

【0105】統計データ採取プログラム実行手段106の統計データ採取プログラム動作監視手段403は、上記のプログラム動作の終了を指示する制御データを認識すると(図7のステップ707)、統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404および統計データ採取プログラム生成・起動(再開)手段405に対してプログラム動作の終了を指示する制御データを通知し、統計データ採取プログラム406から終了通知が出ると自身の動作を終了する(ステップ708)。

【0106】統計データ採取プログラム生成・起動(再開)手段405は、上記のプログラム動作の終了を指示する制御データを認識すると(図8のステップ807)、自身の動作を終了する(ステップ808)。また、統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段404は、上記のプログラム動作の終了を指示する制御データを認識すると(図9のステップ905)、統計データ採取プログラム406に対して終了指示を示す制御データを通知し(ステップ906)、自身の処理を終了する(ステップ908)。

【0107】統計データ採取プログラム406は、上記の終了指示を示す制御データを認識すると(図10のステップA05でYES)、統計データ採取プログラム動作監視手段403に対して終了を通知し、自身の動作を終了する(ステップA06)。

【0108】図18は本発明の暗号強度評価支援装置の別の実施の形態の構成図である。この例の暗号強度評価支援装置は、中央処理装置およびメモリ等を備えたコン

ピュータ本体1801と、このコンピュータ本体1801に接続されたCRT1802、キーボード1803、マウス1804、磁気ディスク装置1805および記録媒体1806とで構成されている。記録媒体1806はCD-ROM、光磁気ディスク、半導体メモリ等の機械読み取り可能な記録媒体であり、暗号強度評価支援プログラムを記録してある。記録媒体1806に記録された暗号強度評価支援プログラムは、コンピュータ本体1801に読み込まれ、コンピュータ本体1801の動作を制御することにより、コンピュータ本体1801上に図1~図5に示した評価対象データ群生成手段101、統計プログラムライブラリ生成手段102、統計評価システム制御手段103、統計データ採取プログラム実行手段104、統計結果編集出力手段105をそれぞれ実現する。なお、図1の統計結果格納手段106は磁気ディスク装置1805で実現される。

【0109】以上本発明の実施の形態について説明したが、本発明は以上の実施の形態にのみ限定されず、その他各種の付加変更が可能である。例えば、評価対象となる暗号装置の暗号アルゴリズムが不明な場合、その暗号装置の入力データと出力データのデータ列から入出力データのビットごとの相関関係を求めるようにしても良い。この場合、評価対象データ群は、その暗号装置の入力データと出力データのデータ列から構成され、これらのデータ列から各評価項目データを採取する構成となる。

【0110】

【発明の効果】以上説明した本発明の暗号強度評価支援装置によれば以下のような効果を得ることができる。

【0111】特定の解読法に依存しないで暗号強度の評価が行える。その理由は、暗号装置の入出力データの相関関係に着目した統計的な評価を行うからである。このため、暗号アルゴリズムが不明でも、暗号装置の入出力データ列があれば評価が可能である。従来の評価、例えば線形解読法に必要な既知平文量で強度を評価しようとした場合、予め暗号アルゴリズムの線形近似式を求めなくてはならないが、暗号アルゴリズムが不明の場合には評価できない。具体的には、例えば、耐タンパー性をもった暗号装置の強度評価を行おうとした場合、本発明では実施可能だが、線形解読法に依存した評価方法は実施できない。

【0112】暗号化変換の挙動をきめ細かく把握することができる。その理由は、評価対象となる暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を示す統計データを表形式などに編集して出力するため、各ビットごとの相関関係を詳しく知ることができるからである。

【0113】暗号化変換の挙動が容易に把握できる。その理由は、評価対象となる暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を示す統計データを2次元若しくは3次元のグラフ形式に編集して出力するため、直観的な

把握が可能になるからである。

【0114】複数の暗号装置の暗号強度の比較が容易である。その理由は、複数の暗号装置の入出力データのビットごとの相関関係を示す統計データを同じ表形式や同じグラフ形式に編集して比較することにより、複数の暗号装置の挙動の細部を見比べることができるからである。

【0115】暗号装置の設計が効率的に行える。その理由は、暗号アルゴリズムの設計過程で、修正を行う前と後の暗号アルゴリズムの挙動の把握が容易になり、また相対的な強度比較が容易になったためである。また、評価対象プログラム作成手段を備えており、プログラムの修正から評価までを一連の作業として行うことができるためである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の暗号強度評価支援装置の実施の形態のブロック図である。

【図2】評価対象データ群生成手段の構成例を示すブロック図である。

【図3】統計プログラムライブラリ生成手段の構成例を示すブロック図である。

【図4】統計データ採取プログラム実行手段の構成例を示すブロック図である。

【図5】統計結果編集出力手段の構成例を示すブロック図である。

【図6】統計評価システム制御手段の動作例を示すフローチャートである。

【図7】統計データ採取プログラム動作監視手段の動作例を示すフローチャートである。

【図8】統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段の動作例を示すフローチャートである。

【図9】統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段の動作例を示すフローチャートである。

【図10】統計データ採取プログラムの動作例を示すフローチャートである。

【図11】評価対象プログラムの一例を示す図である。

【図12】評価条件の一例を示す図である。

【図13】評価対象プログラムと統計プログラムとのインタフェース関数の設定例を示す図である。

【図14】表示装置にモニタ表示される統計データ採取プログラムの実行状況の一例を示す図である。

【図15】統計データを編集して出力した表の例を示す図である。

【図16】グラフの種類の指定に使う「グラフ描画」ダイアログボックスの例を示す図である。

【図17】統計データを編集して出力した各種のグラフの例を示す図である。

【図18】本発明の暗号強度評価支援装置の別の実施の形態の構成図である。

【符号の説明】

101…評価対象データ群生成手段

102…統計プログラムライブラリ生成手段

103…統計評価システム制御手段

104…統計データ採取プログラム実行手段

105…統計結果編集出力手段

20 106…統計結果格納手段

201…評価対象プログラム作成手段

202…インタフェース関数設定手段

203…評価条件設定手段

204…評価対象データ群

301…統計プログラムライブラリ生成手段

302…基本機能ライブラリ

303…統計プログラムライブラリ

403…統計データ採取プログラム動作監視手段

404…統計データ採取プログラム中断・終了処理実行手段

405…統計データ採取プログラム生成・起動（再開）手段

406…統計データ採取プログラム

503…数値処理手段

505…表形式数値データ編集出力手段

506…多次元グラフ編集出力手段

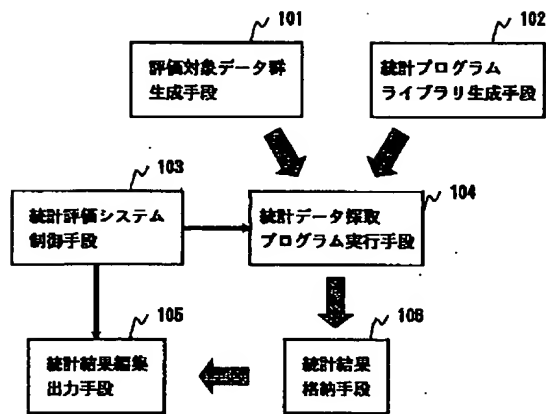
【図11】

```

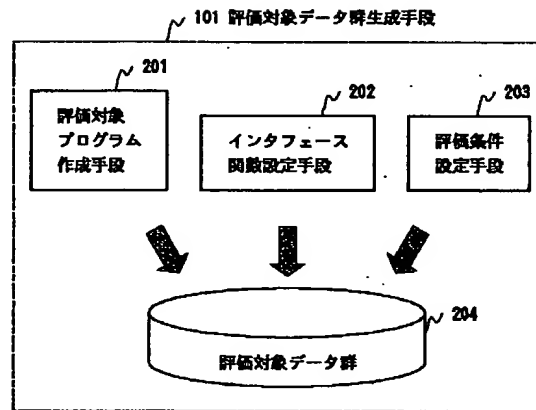
/*暗号化アルゴリズムソースファイル*/
/*鍵と平文をEORし、暗号文とする(32bits/block)*/
unsigned int masterkey;
void encrypt(unsigned int *test, unsigned int *cipher)
{
    *cipher = *test ^ masterkey;
}

```

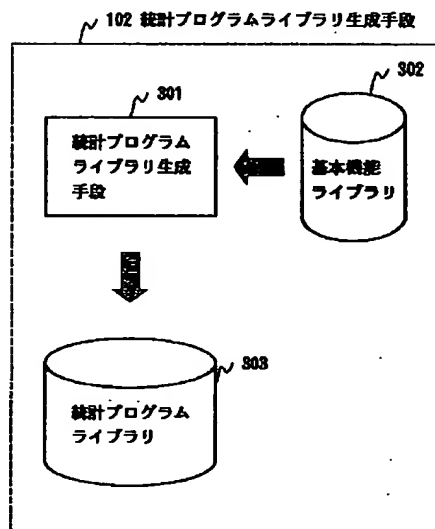
【図1】



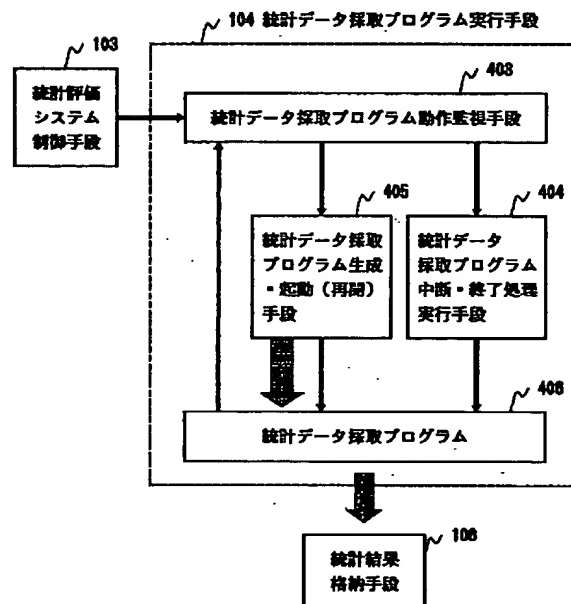
【図2】



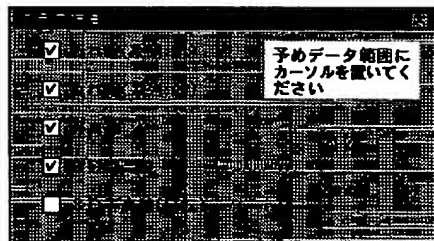
【図3】



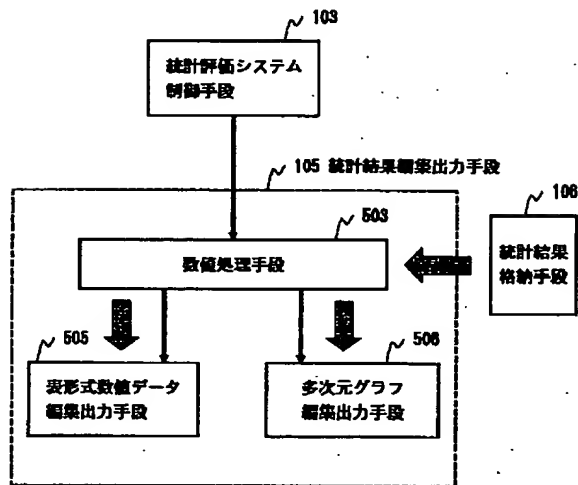
【図4】



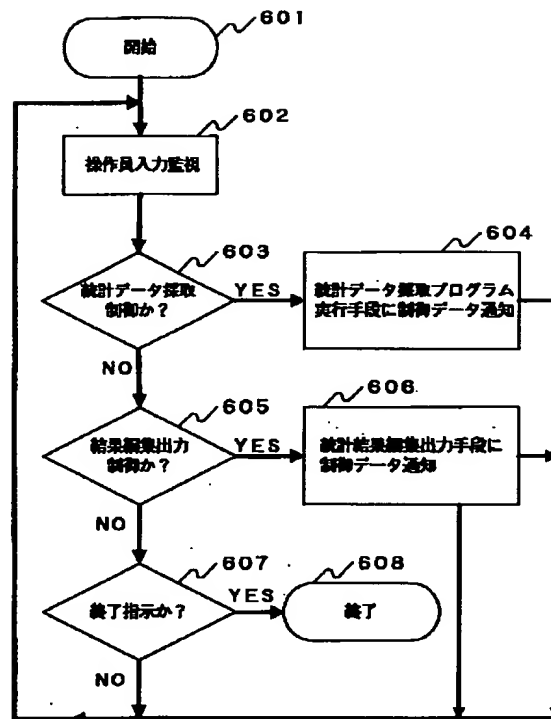
【図16】



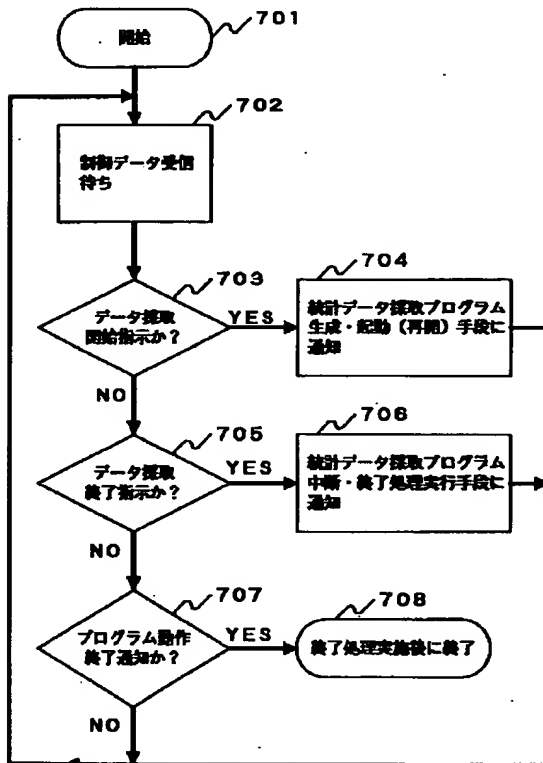
【図5】



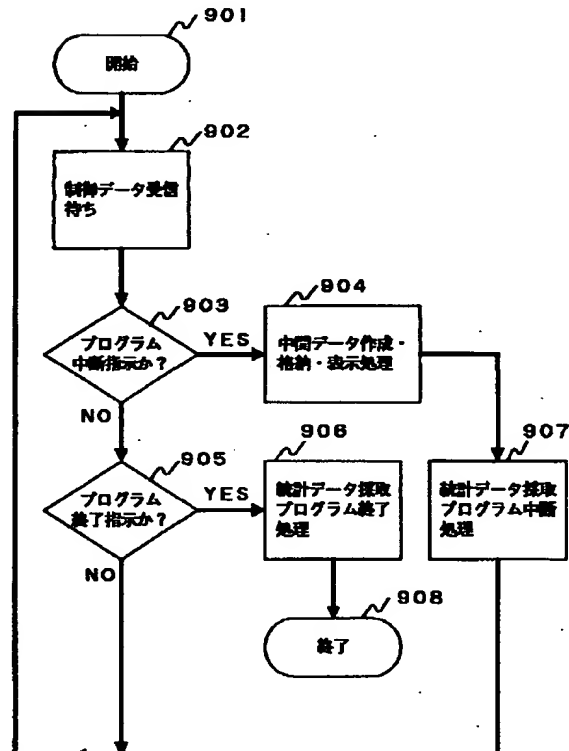
【図6】



【図7】

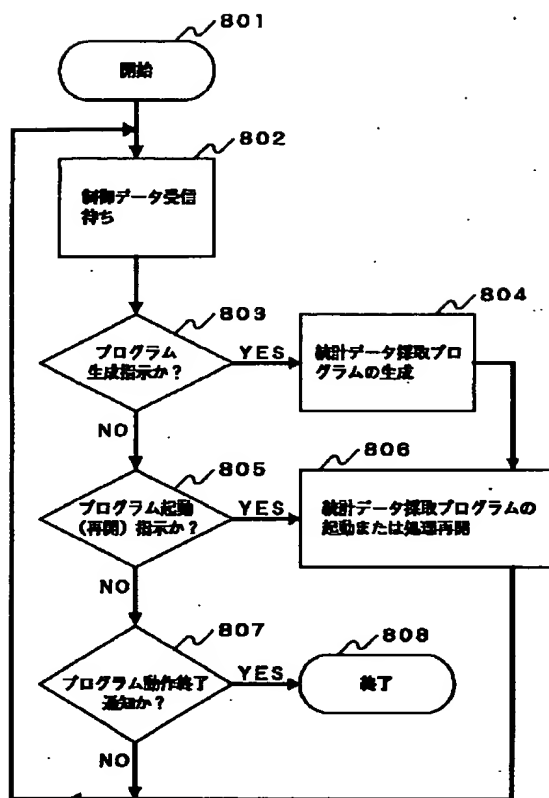


【図9】

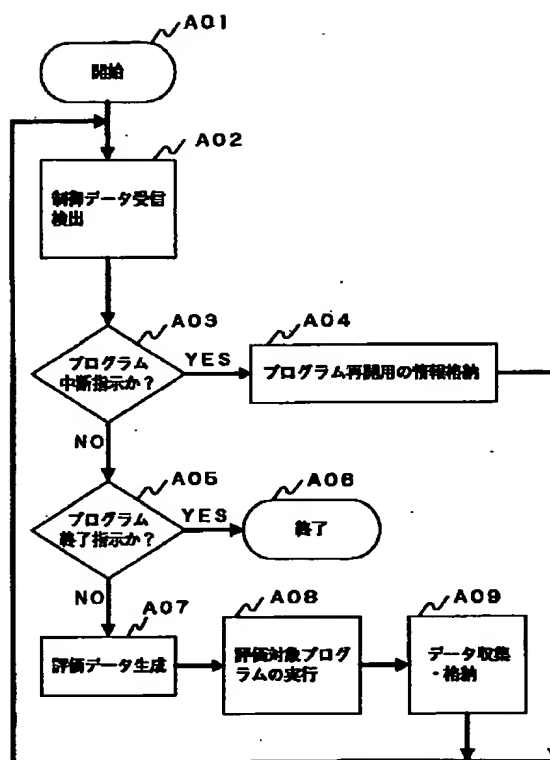




【図8】



【図10】



【図14】

```

B:\Temp>encrypt
Avalanche(V4.0) test start! Fri Aug 08 14:46:28 1997
Avalanche(V4.0) Fri Aug 08 14:46:37 1997
Count = 2^14.322(0.24% 2276rps)--> [+1:01:17] Fri Aug 08 15:47:54 1997
SAVE: ava.sav RESULT: ava_last.xls
Input/Output bit Relation(V4.0) test start! Fri Aug 08 14:46:43 1997
:
:
:
:
:
:
B:\Temp>encrypt
Avalanche(V4.0) test start! Fri Aug 08 14:47:40 1997
RESUME: ava.sav
:
:
:

```

【図12】

```
#include <conio.h>

/*ユーザー定義型名*/
typedef unsigned int uint;
typedef unsigned char uchar;

/*共通外部関数*/
void fKeyBlk(const uchar *);
void fDatBlk(const uchar *, uchar *);
extern void avalanche(void);
extern void balance(void);
extern void iorelation(void);
extern void relation(void);

/*外部変数宣言*/
uint dKeySeed = 9705150; /*鍵用乱数シード*/
uint dDatSeed = 9705151; /*入力データ用乱数シード*/
uint dKeyBlk = 32; /*鍵のビット長*/
uint dInBlk = 32; /*入力データブロックのビット長*/
uint dOutBlk = 32; /*出力データブロックのビット長*/
uint dKeyCnt = 6; /*鍵変更回数: 2(dKeyCnt) 回変更する*/
uint dDatCnt = 17; /*データ変更回数: 1つの鍵につき 2(dDatCnt) 回変更する*/
uint dKbCnt = 12; /*キーボード入力監視間隔: 2(dKbCnt) 回計算毎に監視する*/
uint dSavCnt = 31; /*自動保存間隔: 2(dSavCnt) 回計算毎に保存する*/

/*外部関数宣言*/
extern void encrypt(unsigned int *, unsigned int *);
extern int key;
```

【図13】

```

/*****
 * main() 統計評価用メイン関数
 *****/
void main(void)
{
    /*統計評価関数を呼び出す*/
    avalanche(); /*アバランシュ評価を実行する*/
    lorelation(); /*入出力ビット間関連評価を実行する*/
    relation(); /*出力ビット間関連評価を実行する*/
    balance(); /*バランス評価を実行する*/
}

/*****
 * fKeyBlk() 鍵を受け取って処理する
 *****/
void fKeyBlk(const uchar *inkey)
{
    masterkey = inkey[0] << 24 | inkey[1] << 16 | inkey[2] << 8 | inkey[3];
}

/*****
 * fDatBlk() データを受け取って評価対象データを作成する
 *****/
void fDatBlk(const uchar *indat, uchar *outdat)
{
    uint text, cipher; /*入出力用ワーク変数の定義*/

    /*入力用ワーク変数に indat [] の内容をコピーする*/
    text = indat[0] << 24 | indat[1] << 16 | indat[2] << 8 | indat[3];

    /*評価対象を呼び出す*/
    encrypt(&text, &cipher);

    /*出力結果をoutdat [] にコピーする*/
    outdat[0] = cipher >> 24;
    outdat[1] = cipher >> 16;
    outdat[2] = cipher >> 8;
    outdat[3] = cipher;
}

```

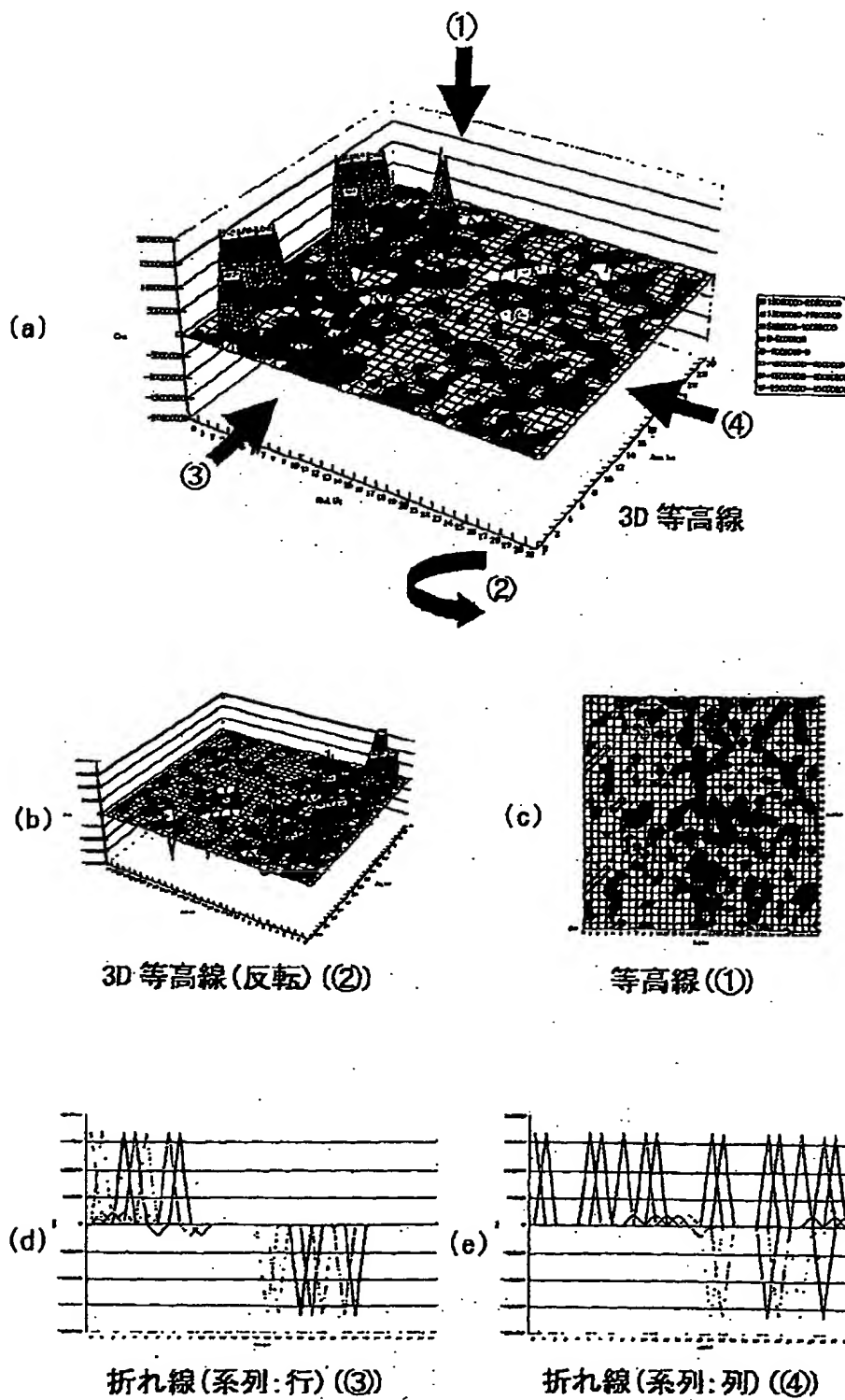
【图15】

Key seed = 9705100, Data seed = 9705101  
All data count =  $2^{24}$  ( $2^4 \text{Key} * 2^{20} \text{Data}$ )  
Finished 16777216 =  $2^{24}$

	value	xSD	deviation	width
MEAN	141699.4		2^-13.775(	50.4223
MAX	16777216	6.448411	2^0	100
MIN	-1.7E+07	-6.55826	2^0	0
VAR	6.86E+12			
SD	2579785			
CONFIDENCE	INTERVAL(95%)			
-16309.3	299708.1			

0	10248	1360	4472	928	16777216	10512	408
1	1492	-356	0	0	-652	16777216	-8512
2	-4152	-1232	24	0	-2640	14112	6108
3	-1460	0	4208	5648	-13136	0	-172
4	-2816	-1252	6240	1492	-2328	1448	8184
5	16777216	-108	1544	-3720	-1232	-668	3008
6	0	16777216	8616	-4640	-3892	4208	0
7							

【図17】



【図18】

